

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA

LEONARDO JOSÉ FREITAS

AVALIAÇÃO DOS EFEITOS DE BIOESTIMULANTES NA CULTURA DO MILHO

UBERLÂNDIA - MG
2019

LEONARDO JOSÉ FREITAS

AVALIAÇÃO DOS EFEITOS DE BIOESTIMULANTES NA CULTURA DO MILHO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Curso de Agronomia da Universidade Federal de
Uberlândia, para obtenção do grau de Engenheiro
Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr. Fernando César Juliatti

UBERLÂNDIA - MG

2019

Resumo

A cultura do milho desempenha papel fundamental no agronegócio brasileiro e mundial, sendo considerado um dos mais importantes cereais cultivados e consumidos, devido ao seu elevado potencial produtivo, sua composição química e seu valor nutritivo. Alguns compostos que estimulam o crescimento e processos fisiológicos pode ter um efeito favorável sobre a produtividade do milho, dentre eles os bioestimulantes. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito dos bioestimulantes Sipfol Star® e Nutex Black®, via tratamento foliar, na cultura do híbrido de milho DKB 310-PRO2 (Dekalb), quanto aos indicadores de qualidade fitotécnica: diâmetro de colmo, altura da folha de referência, altura total da planta, massa de mil grãos e produtividade. O experimento foi realizado na fazenda experimental JuliAgro, pertencente ao município de Uberlândia (MG). O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados dispostos em 10 tratamentos diferentes e 4 repetições. De acordo com os resultados obtidos, os bioestimulantes não apresentaram efeitos na produtividade do milho e nos componentes do rendimento, nas condições testadas.

Palavras-chave: milho; cultivar DKB 310-PRO2; bioestimulantes; substâncias húmicas; aminoácidos

Abstract

Maize cultivation plays a fundamental role in the Brazilian and world agribusiness, being considered one of the most important cereals cultivated and consumed, due to its high productive potential, its chemical composition and its nutritive value. Some compounds that stimulate growth and physiological processes may have a favorable effect on maize productivity, among them biostimulants. The objective of this work was to evaluate the effect of the biostimulants Sipfol Star® and Nutex Black®, by foliar treatment, on the maize hybrid DKB 310-PRO2 (Dekalb), in relation to the indicators of plant quality: stem diameter, leaf height of reference, total plant height, one thousand grain mass and productivity. The experiment was carried out at the experimental farm JuliAgro, belonging to the municipality of Uberlândia (MG). The experimental design was used in randomized blocks, arranged in 10 different treatments and 4 replications. According to the results obtained, biostimulants had no effect on maize productivity and yield components under the conditions tested.

Keywords: maize; cultivar DKB 310-PRO2; biostimulants; humic substances; amino acids

Lista de Tabelas

Tabela 1. Estádios vegetativos e reprodutivos da planta de milho (MAGALHÃES; DURÃES, 2006).....	10
Tabela 2. Tratamentos testados, no ensaio de milho, JuliAgro, 2018.....	14
Tabela 3. Diâmetro do colmo, altura total da planta e altura da folha de referência.....	16
Tabela 4. Massa de mil grãos e produtividade.....	17

Lista de Figuras

Figura 1. <i>Commodities</i> mais produzidos no mundo, 2017 (FAO, 2018).....	9
Figura 2. Mecanismos de aumento do crescimento por substâncias húmicas. Traduzido de (GUO; LIU; WU, 2019).....	12

Sumário

1. Introdução	8
2. Revisão de literatura.....	9
2.1. Milho.....	9
2.2. Bioestimulantes.....	11
2.2.1. Substâncias húmicas	11
2.2.2. Aminoácidos	13
3. Materiais e métodos.....	14
4. Resultados e Discussões	15
5. Conclusões	19
Referências	19

1. Introdução

A cultura do milho desempenha papel fundamental no agronegócio brasileiro e mundial, sendo considerado um dos mais importantes cereais cultivados e consumidos, devido ao seu elevado potencial produtivo, sua composição química e seu valor nutritivo (DOURADO NETO *et al.*, 2004). O cultivo do milho vem alcançando ganhos relevantes de produtividade nos últimos anos no país, entre os anos-safra 2007/08 e 16/17 o Brasil está situado como o terceiro maior produtor e exportador mundial de milho e foi responsável nesse período, em média, por 8,09% dessa produção (CONAB, 2018).

O Brasil possui duas safras de milho: a safra de verão (ou primeira safra) e a safra da seca (ou segunda safra), destacando-se como uma cultura que é insumo destinado tanto para consumo humano quanto animal. É produzido em praticamente todo o território nacional, e essa produção se concentra principalmente nas regiões Centro-Oeste e Sul, onde se destacam os estados de Mato Grosso e Paraná como os maiores produtores de milho (CONAB, 2018).

O grande sucesso da cultura deve-se à sua ampla adaptação a diferentes ecossistemas, ao desenvolvimento de variedades de alta produção de polinização aberta e híbridos, que incluem o milho tradicional e geneticamente modificado, a grande resposta à fertilização e seu alto valor nutricional, especialmente devido a contribuição de energia digestível para ambos os seres humanos e animais domésticos (GARCÍA-LARA; SERNA-SALDIVAR, 2019).

O cultivo do milho é altamente tecnológico e absorve as inovações no sistema produtivo, visando o aumento da produção, mas deve-se atentar para os reais lucros com a incorporação de novos produtos a esse cultivo (FERREIRA *et al.*, 2007). Dentre essas tecnologias utilizadas, destaca-se o uso dos bioestimulantes e diversos trabalhos têm avaliado os efeitos dos bioestimulantes em diversas culturas, como a cultura do milho (BINSFELD *et al.*, 2014; FERREIRA *et al.*, 2007; SANTOS *et al.*, 2013; TEJADA *et al.*, 2018).

A regulação do crescimento das plantas e o alívio dos efeitos negativos dos estresses ambientais durante o desenvolvimento são fatores importantes que determinam a produtividade das plantas cultivadas (YAKHIN *et al.*, 2016). Alguns compostos que estimulam o crescimento e processos fisiológicos podem ter um efeito favorável sobre a produtividade do milho. Porém, alguns trabalhos também mostram que os bioestimulantes podem não favorecer ou até mesmo diminuir a absorção de

nutrientes pelas plantas, indicando que as respostas as suas aplicações dependem de vários fatores, tais como a espécie da planta, condições de plantio, composição e concentração dos produtos utilizados, sendo então necessário, mais estudos sobre esses bioestimulantes.

Nesse sentido o objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos dos bioestimulantes Sipfol Star® e Nutex Black®, via tratamento foliar, na cultura do híbrido de milho DKB 310-PRO2 (Dekalb), quanto aos indicadores de qualidade fitotécnica: diâmetro de colmo, altura da folha de referência, altura total da planta, massa de mil grãos e produtividade.

2. Revisão de literatura

2.1. Milho

Os cereais compreendem uma coleção diversa de espécies, todas pertencentes à família das gramíneas (Poaceae) (MORRISON, 2016) e são uma importante fonte de alimentos para a população mundial, dentre os produtos com maior produção mundial destaca se o milho, arroz e trigo (**Figura 1**). Sendo o milho responsável por cerca de 38% da produção de cereais totais (FAO, 2017).

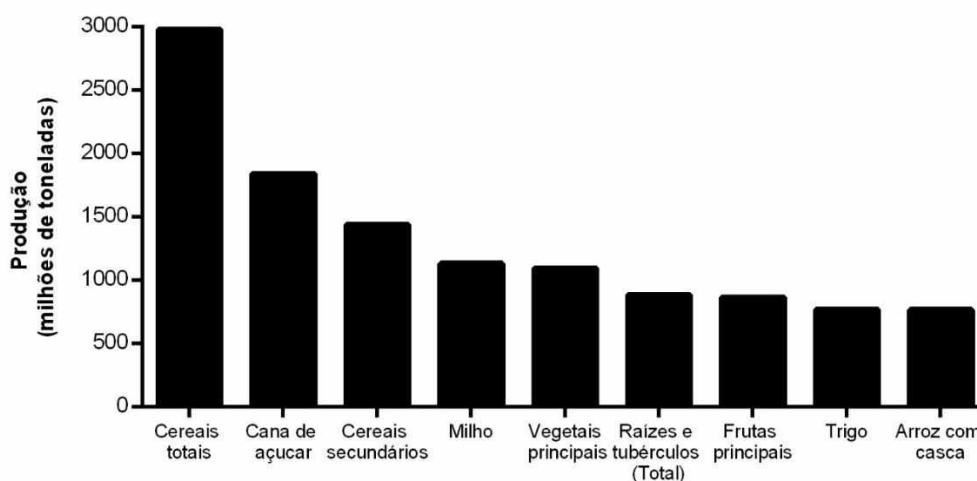


Figura 1. Commodities mais produzidos no mundo, 2017 (FAO, 2018).

O milho (*Zea mays* L.) é uma espécie pertencente à família Poaceae e teve origem em um único evento de domesticação nas regiões de planície do sudoeste do México, onde seu ancestral selvagem, *Balsas teosinte* (*Z. mays* subsp. *Parviglumis*) ainda é endêmico (MORRISON, 2016). A partir da América Central, o milho se

espalhou primeiro para as Américas do Norte e do Sul e, mais tarde, para a Europa e outras áreas do mundo onde hoje é cultivado. Ainda é uma das culturas de grãos mais importantes e é geograficamente um dos cereais mais amplamente plantados (MUIMBA-KANKOLONGO, 2018).

A planta do milho é uma estrutura folhosa alta com sistema radicular fibroso, suportando uma única brotação com muitas folhas e um ramo lateral terminado por uma inflorescência feminina, que se desenvolve em uma orelha coberta por folhas de casca. Na parte superior da planta desenvolve-se a inflorescência masculina conhecida como borla. Depois de polinização, o caroço ou fruta, botanicamente chamado de cariopsia, se desenvolve. O grão de milho consiste em três estruturas principais: pericarpo, endosperma e germe (GARCÍA-LARA; SERNA-SALDIVAR, 2019).

O desenvolvimento da planta de milho é dividido em estádios vegetativos e estádios reprodutivos (**Tabela 1**). Cada estágio da fase vegetativa é marcado de acordo com a formação visível do colar na inserção da bainha da folha com o colmo e a fase reprodutiva é iniciada quando os estilos-estigmas se apresentam visíveis para fora das espigas (MAGALHÃES; DURÃES, 2006).

Tabela 1. Estádios vegetativos e reprodutivos da planta de milho (MAGALHÃES; DURÃES, 2006).

Vegetativo	Reprodutivo
VE, emergência	R1, Embonecamento
V1, 1ª folha desenvolvida	R2, Bolha d'água
V2, 2ª folha desenvolvida	R3, Leitoso
V3, 3ª folha desenvolvida	R4, Pastoso
V4, 4ª folha desenvolvida	R5, Formação de dente
V(n), nª folha desenvolvida	R6, Maturidade Fisiológica
VT, pendoamento	

Todas as plantas de milho seguem um mesmo padrão de desenvolvimento, porém, o intervalo de tempo específico entre os estádios e o número total de folhas desenvolvidas podem variar entre híbridos diferentes, ano agrícola, data de plantio e local (GARCÍA-LARA; SERNA-SALDIVAR, 2019; MAGALHÃES; DURÃES, 2006).

O período de crescimento e desenvolvimento do milho é limitado pela água, temperatura e radiação solar ou luminosidade. A cultura do milho necessita que os índices dos fatores climáticos atinjam níveis considerados ótimos, para que o seu potencial genético de produção se expresse ao máximo (CRUZ *et al.*, 2010). Os

aumentos das safras estão associados à interação entre ambiente (clima e solo) e manejo, como material genético, população de plantas, nutrição e proteção de plantas (ANDREA *et al.*, 2018).

2.2. Bioestimulantes

Um bioestimulante é qualquer substância ou microrganismo aplicado às plantas com o objetivo de aumentar a eficiência da nutrição, tolerância ao estresse abiótico e/ou características de qualidade da cultura, independentemente do seu conteúdo de nutrientes, também designam produtos comerciais contendo misturas de tais substâncias e/ou microrganismos (JARDIN, 2015).

Os bioestimulantes têm sido utilizados em todas as fases da produção, incluindo tratamentos de sementes, pulverizações foliares durante o crescimento e nos produtos colhidos (YAKHIN *et al.*, 2016). Os mecanismos de ação dos bioestimulantes são diversos e podem incluir a ativação do metabolismo de nitrogênio ou liberação de fósforo dos solos, estimulação genérica da atividade microbiana do solo ou estimulação do crescimento das raízes e melhoramento do estabelecimento das plantas. Vários bioestimulantes têm sido relatados para estimular o crescimento das plantas, aumentando seu metabolismo, estimulando a germinação, intensificando a fotossíntese e aumentando a absorção de nutrientes do solo, aumentando assim a produtividade das plantas, além de amenizar os efeitos negativos dos fatores de estresse abióticos como calor, salinidade, resfriamento, geada, estresse oxidativo, mecânico e químico (YAKHIN *et al.*, 2016).

Quatro grupos de bioestimulantes demonstraram afetar o crescimento das raízes e a absorção de nutrientes: substâncias húmicas, hidrolisado de proteínas e formulações de aminoácidos, extrato de algas marinhas e microrganismos que promovem o crescimento de plantas (HALPERN *et al.*, 2015).

2.2.1. Substâncias húmicas

As substâncias húmicas são constituintes naturais da matéria orgânica do solo, resultantes da decomposição de plantas animais e resíduos microbianos, mas também da atividade metabólica de microrganismos do solo utilizando esses substratos. São moléculas orgânicas heterogêneas, originalmente categorizados de acordo com seus pesos moleculares e solubilidade em huminas, ácidos húmicos e ácidos fúlvicos (JARDIN, 2015). Elas podem ser extraídas de uma ampla variedade

de fontes, incluindo carvão sub-betuminoso, lignites (carvão marrom), turfa, solo, compostos e resíduos orgânicos crus (ROSE *et al.*, 2014).

Os benefícios agrônômicos das substâncias húmicas para solos, incluem formação de agregados, aumento da porosidade do solo e aumento da preservação de nutrientes e a capacidade de retenção de água, para as culturas, inclui ser usados como nutrientes e como reservatório de água, além disso, são úteis como pesticidas naturais porque podem suprimir vários fitopatógenos do solo e minimizar a toxicidade de produtos químicos. Esses benefícios são atribuídos a vários grupos funcionais das substâncias húmicas, como grupos carboxílicos, fenólicos, hidroxílicos e quinonílicos (GUO; LIU; WU, 2019). Os efeitos positivos no crescimento das plantas, incluem o aumento da biomassa aumento do número de frutos e flores e melhor qualidade dos frutos (HALPERN *et al.*, 2015).

A aplicação de substâncias húmicas através do composto pode melhorar a germinação de sementes, enraizamento, crescimento de plântulas e uso de nutrientes pelas plantas (**Figura 2**) (GUO; LIU; WU, 2019).

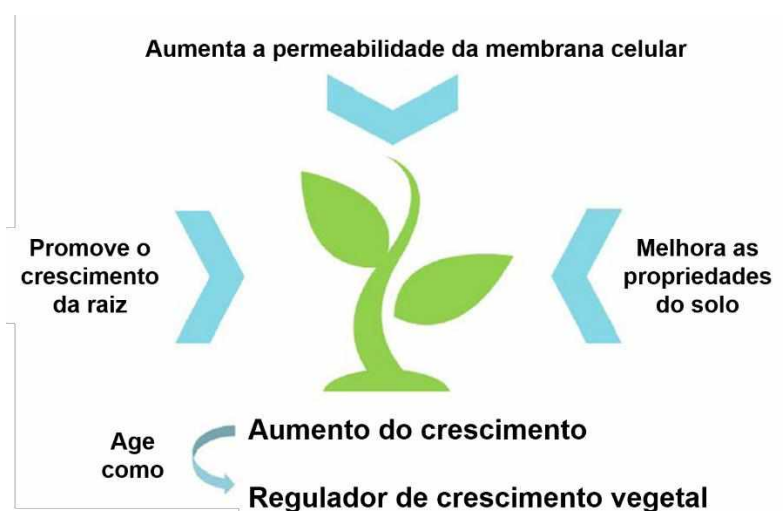


Figura 2. Mecanismos de aumento do crescimento por substâncias húmicas. Traduzido de (GUO; LIU; WU, 2019).

Rodrigues e colaboradores (2017) avaliaram o efeito do tratamento de sementes de milho com produto comercial fonte de ácido húmico, na germinação e vigor de plântulas, e o ácido húmico promoveu maior crescimento das plântulas e aumento da massa seca da parte aérea do milho, além de ter influência positiva no índice de velocidade de emergência. Canellas e colaboradores (2012) avaliaram o efeito da presença de substâncias húmicas na inoculação de milho com *Herbaspirillum*

seropedicae, uma bactéria diazotrófica endofítica, e observou um aumento na produção de grãos de milho em 65% em condições de campo.

Estudos mostram que o ácido húmico aumenta o crescimento e a qualidade do milho possivelmente devido à mitigação da salinidade (DAUR; BAKHASHWAIN, 2013). A fração aquosa de substância húmica provocou uma indução mais rápida da capacidade de absorção de nitrato nas raízes do milho, atuando no nível transcricional no metabolismo do nitrogênio e na remobilização (ZANIN *et al.*, 2018).

2.2.2. Aminoácidos

Os aminoácidos são compostos biológicos, unidades fundamentais dos peptídeos e proteínas e possuem um átomo de carbono central, ligado a quatro grupos: um átomo de hidrogênio, um grupo α -carboxílico, um grupo α -amino e um grupo R, que representa as cadeias laterais exclusivas de cada aminoácido, responsáveis pelas suas propriedades químicas individuais (DIETZEN, 2018).

Os aminoácidos são componentes essenciais do metabolismo das plantas e têm várias funções proeminentes, além de seu uso durante a biossíntese de proteínas, eles também representam blocos de construção para várias outras vias de biossíntese, precursores de importantes metabólitos secundários, carreadores de nitrogênio orgânico entre os órgãos da planta, desempenham papéis fundamentais durante os processos de sinalização, bem como na resposta ao estresse das plantas. O ácido glutâmico apresenta além de funções de agente quelante, estimulação do crescimento e estimulação da germinação, a função de reserva de nitrogênio orgânico necessária para a síntese de outros aminoácidos e proteínas (DINKELOO; BOYD; PILOT, 2018; HILDEBRANDT *et al.*, 2015; PALECKIENE; SVIKLAS; ŠLINKŠIENE, 2007; POPKO *et al.*, 2018).

A aplicação de aminoácidos mostrou aumentar a produção de biomassa, proteção contra estresse biótico e abiótico e aumentar o conteúdo de antioxidante das folhas (HALPERN *et al.*, 2015). O milho tem uma alta demanda por nitrogênio (N) que é muitas vezes o nutriente limitante. Sua absorção é lenta durante o primeiro mês após o plantio, mas aumenta ao máximo durante a formação de espigas e o pendoamento (MUIMBA-KANKOLONGO, 2018).

3. Materiais e métodos

O experimento foi realizado na fazenda experimental JuliAgro, pertencente ao município de Uberlândia (MG). Localizada na BR 365, Km 640, latitude 18°53'57", longitude 48°25'15" e altitude de 815 m, no período entre 13 de outubro de 2017 e 24 de janeiro de 2018.

O híbrido de milho utilizado foi a DKB 310-PRO2 (Dekalb), é uma cultivar transgênica com 870 graus dias e recomendação de 60 a 65 plantas por metro quadrado, grão com característica de dureza, boa resistência ao acamamento, inserção da espiga média de 1,25 m, altura total da planta de 2,20 m.

Para a condução do experimento o espaçamento por planta foi de 0,16 x 0,5 m, 1,5 x 3 m por parcela, densidade de 6 plantas por metro, área total da parcela de 10 m² e do experimento de 400 m². O experimento foi realizado com delineamento estatístico em blocos casualizados dispostos em dez tratamentos diferentes (**Tabela 2**), com quatro repetições cada totalizando em um total de quarenta parcelas.

Tabela 2. Tratamentos testados, no ensaio de milho, JuliAgro, 2018.

Tratamento	Produto	Época de aplicação	Dose
1	Testemunha absoluta	-	-
2	Roundup®	A	2L/ha ⁻¹
3	Sipfol Star® + Roundup®	A	0,5L/ha ⁻¹ + 2L/ha ⁻¹
4	Sipfol Star® + Roundup® / Sipfol Star®	A/B	0,5L/ha ⁻¹ + 2L/ha ⁻¹ /0,5L/ha ⁻¹
5	Sipfol Star® + Roundup®	A	2L/ha ⁻¹ + 2L/ha ⁻¹
6	Sipfol Star® + Roundup/ Sipfol Star®	A/B	2L/ha ⁻¹ + 2L/ha ⁻¹ /2 L/ha ⁻¹
7	Nutex Black® + Roundup®	A	1L/ha ⁻¹ + 2L/ha ⁻¹
8	Nutex Black® + Roundup® / Nutex Black®	A/B	1L/ha ⁻¹ + 2L/ha ⁻¹ /1 L/ha ⁻¹
9	Nutex Black® + Roundup® / Sipfol Star®	A/B	1L/ha ⁻¹ + 2L/ha ⁻¹ /2L/ha ⁻¹
10	Sipfol Star® + Roundup / Nutex Black®	A/B	1L/ ha ⁻¹ +2L/ha ⁻¹ / 1L/ha ⁻¹

A- Aplicação em V4; B- 2ª aplicação 5 dias após a 1ª.

Os produtos testados foram o Nutex Black® e o Sipfol Star®, fornecidos pela empresa Sipcam Nichino, ainda não foram lançados no mercado mas agem como bioestimulantes nas plantas, melhorando seu enraizamento, crescimento e consequentemente a sua produtividade. A Sipcam Nichino é uma empresa japonesa que está atuante no mercado agroquímico brasileiro desde 1979 e focada no descobrimento e desenvolvimento de novas moléculas para a proteção de cultivos. Ambos produtos utilizados estavam em formulação de suspensão concentrada (SC), sendo o aminoácido ácido glutâmico (concentração de 55%) o ingrediente ativo do Nutex Black®, e a substância húmica (concentração de 24%), o ingrediente ativo do Sipfol Star®. Nos testes também foi utilizado o herbicida Roundup® (glifosato), utilizado para o controle de plantas daninhas.

Os produtos foram aplicados via pulverização foliar e as plantas encontravam-se no estágio V4. Para as aplicações foi utilizado uma barra de pulverização com cinco bicos, bico 11002-BD, espaçamento de barra de 2,5 m, pressão de 2,5 kgf e vazão de 0,15 litros por hectare.

A avaliação de diâmetro de colmo foi realizada utilizando um paquímetro digital e a medição feita à uma altura de 10 cm acima do solo. A avaliação da altura da folha de referência e altura total da planta foi realizada utilizando uma fita métrica. Para os dois parâmetros testados foram avaliadas dez plantas centrais de cada parcela, sendo utilizada a mesma planta para avaliar a folha de referência e a altura total. No parâmetro produtividade foi feita a colheita das 3 linhas centrais de cada parcela, as espigas foram trilhadas e pesadas, após esse procedimento foi realizado a pesagem de mil grãos retirados aleatoriamente de cada saco.

Os dados obtidos foram analisados utilizando o programa SISVAR (FERREIRA, 2008) As médias entre os tratamentos foram comparadas pelo Teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

4. Resultados e Discussões

A **Tabela 3** mostra a análise das variáveis, diâmetro do colmo, altura total da planta e altura da folha de referência, entre os tratamentos com os bioestimulantes Sipfol Star® e Nutex Black® via foliar e o tratamento testemunha. Conforme os resultados apresentados não foram observadas diferenças estatisticamente significativas.

Tabela 3. Diâmetro do colmo, altura total da planta e altura da folha de referência.

Tratamento ¹	Diâmetro do colmo (mm)	Altura da folha de referência (cm)	Altura total da planta (cm)
1	24,700 a	34,225 a	61,350 a
2	27,900 a	34,950 a	64,425 a
3	28,235 a	37,800 a	64,600 a
4	27,125 a	35,450 a	64,425 a
5	26,350 a	35,750 a	66,300 a
6	26,825 a	33,675 a	63,650 a
7	28,050 a	36,550 a	63,875 a
8	27,925 a	37,350 a	64,250 a
9	28,700 a	35,400 a	64,100 a
10	27,225 a	35,025 a	65,625 a
CV	5.54 %	11,06 %	5,17%
² S-w	0,976	0,978	0,970
² F'	1,199	1,434	1,495

¹ Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Scott-Knott a 0,05 de probabilidade. ² s-w; F': valores em negrito indicam resíduos com distribuição normal e variâncias homogêneas, respectivamente, ambos a 0,01 de probabilidade.

A **Tabela 4** mostra os resultados referentes à massa de mil grãos e produtividade, e também não foram observadas diferenças estatisticamente significativas na presença dos tratamentos com os bioestimulantes comparados ao tratamento testemunha.

Tabela 4. Massa de mil grãos e produtividade.

Tratamento ¹	Massa de mil grãos (g)	Produtividade (g)
1	242,750 a	7060,000 a
2	250,000 a	7177,500 a
3	256,250 a	7644,250 a
4	235,000 a	7019,750 a
5	245,250 a	7775,750 a
6	243,250 a	7057,250 a
7	250,250 a	6664,750 a
8	244,750 a	7181,500 a
9	268,250 a	7439,500 a
10	254,250 a	7163,750 a
CV	6.85%	9,55%
² S-w	0,981	0,981
² F'	2,705	1,028

¹ Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Scott-Knott a 0,05 de probabilidade. ² s-w; F': valores em negrito indicam resíduos com distribuição normal e variâncias homogêneas, respectivamente, ambos a 0,01 de probabilidade.

Outros autores avaliaram anteriormente o uso de diversos bioestimulantes em plantas de milho obtendo resultados, de maneira geral, semelhantes aos obtidos no presente trabalho. Dario (1998) não observaram diferenças significativas quando trataram sementes de milho com o bioestimulante.

Um estudo realizado por Ferreira e colaboradores (2007) mostrou que o tratamento das sementes de milho com o bioestimulantes Stimulate® e com o fertilizante Cellerate® não afetou a produtividade de grãos.

Dourado Neto (2014) observou que o uso de bioestimulantes em milho proporciona aumento do diâmetro do colmo das plantas, número de grãos por fileiras e número de grãos por espiga, porém não interfere o rendimento da cultura.

A resposta não significativa em relação aos tratamentos via pulverização foliar com os produtos comerciais analisados, pode ser devido a vários fatores.

As plantas geralmente se desenvolvem bem quando o meio está favorável, sob estas condições, os efeitos dos bioestimulantes podem não ser facilmente identificados. Entretanto, quando as plantas estão estressadas e são submetidas ao tratamento com bioestimulantes, elas se desenvolvem melhor, pois seus sistemas de defesa se tornam mais eficiente devido ao incremento nos seus níveis de antioxidantes (KARNOK, 2000), sendo assim sugerimos que os bioestimulantes

estudados não demonstraram efeitos significativos por se desenvolverem em um meio favorável. É provável que os níveis de estresse aqui averiguados durante o período experimental, não foram suficientes para que os produtos manifestassem o seu verdadeiro potencial sobre os parâmetros analisados.

Outra explicação para a resposta não significativa aos tratamentos é o bom balanço nutricional do solo utilizado, principalmente quanto a micronutrientes, que são parte dos componentes dos bioestimulantes. Os micronutrientes atuam como ativadores enzimáticos, no metabolismo de carboidratos e proteínas e na formação de estruturas de hormônios (BORKET, 1989). Esses nutrientes são exigidos em pequenas quantidades pelas plantas durante o desenvolvimento, desta forma os bons teores no solo desses elementos possivelmente foram suficientes para que as plantas tivessem um bom desenvolvimento, não necessitando do tratamento de sementes ou pulverizações de produtos.

Martins e colaboradores (2016) também não observaram diferenças estatísticas na produtividade de grãos e teores foliares de nutrientes em plantas de milho ao tratamento de sementes com bioestimulantes fertilizantes líquidos e *Azospirillum sp.* e relacionou esses resultados aos teores dos nutrientes presentes no solo no início do experimento e às boas condições do solo de forma geral.

Não apenas as condições do solo é a justificativa da inexistência de diferença quanto ao uso do bioestimulantes, mas o balanço nutricional da semente também é relatado como fator (BONTEMPO *et al.*, 2016), em virtude da necessidade de alguns elementos serem bem pequenas. Isto abre precedente para que as empresas produtoras de sementes coloquem em seus portfólios informações acerca da resposta ao uso de bioestimulantes em suas sementes e do enriquecimento das sementes com o uso de nutrientes.

Também é possível que o híbrido DKB 310-PRO2 não seja responsivo à aplicações externas de bioestimulantes, ou mesmo as concentrações testadas dos componentes dos bioestimulantes não foram suficientes para o desenvolvimento das características de diâmetro de colmo, altura, massa de mil grãos e produtividade.

Considerando as condições em que o experimento foi desenvolvido, a aplicação dos produtos Sipfol Star® e Nutex Black® não apresentou vantagens para a cultura, representando ainda maior custo para o produtor.

5. Conclusões

De acordo com os resultados obtidos não foram observados efeitos dos bioestimulantes (Sipfol Star® e Nutex Black®) na produtividade de milho e nos componentes do rendimento nas condições testadas.

Referências

- ANDREA, M. C.; BOOTE, K. J.; SENTELHAS, P. C.; ROMANELLI, T. L. Variability and limitations of maize production in Brazil: Potential yield, water-limited yield and yield gaps. **Agricultural Systems**, v. 165, p. 264-273, 2018.
- BINSFELD, J. A.; BARBIERI, A. P. P.; HUTH, C.; CABRERA, I. C.; HENNING, L. M. M. Uso de bioativador, bioestimulante e complexo de nutrientes em sementes de soja. **Pesq. Agropec. Trop**, v. 44, n. 1, p. 88-94, 2014.
- BONTEMPO, A. F.; ALVES, F. M.; CARNEIRO, G. D. O. P.; MACHADO, L. G.; SILVA, L. O. D.; AQUINO, L. A. Influência de Bioestimulantes e Nutrientes na Emergência e no Crescimento Inicial de Feijão, Soja e Milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 15, n. 1, p. 86-93, 2016.
- BORKET, C. M. Micronutrientes na planta. In: BÜLL, L. T. R., C.A. (Ed.). **Interpretação de análise química de solo e planta para fins de adubação**.: Botucatu: Fundação de Estudos e Pesquisas Agrícolas e Florestais, 1989. p.309-329.
- CANELLAS, L. P.; BALMORI, D. M.; MÉDICI, L. O.; AGUIAR, N. O.; CAMPOSTRINI, E.; ROSA, R. C. C.; FAÇANHA, A. R.; OLIVARES, F. L. A combination of humic substances and *Herbaspirillum seropedicae* inoculation enhances the growth of maize (*Zea mays* L.). **Plant and Soil**, v. 366, n. 1-2, p. 119-132, 2012.
- CONAB. A Cultura do Milho: análise dos custos de produção e da rentabilidade nos anos-safra 2007 a 2017. **Compêndio de Estudos da Conab**, v. 14, p. 1-50, 2018.
- CRUZ, J. C.; PEREIRA FILHO, I. A.; ALVARENGA, R. C.; GONTIJO NETO, M. M.; VIANA, J. H. M.; OLIVEIRA, M. F.; MATRANGOLO, W. J. R.; ALBUQUERQUE FILHO, M. R. Cultivo do milho- Plantio. **Embrapa Milho e Sorgo. Sistemas de Produção**, v. 6, p. 1-10, 2010.
- DARIO, G. J. A. B., E. M. . Avaliação da eficiência do regulador vegetal Stimulate (citocinina + ácido indolbutírico + ácido giberélico) na cultura do milho (*Zea mays* L.). **Piracicaba: ESALQ/USP**, p. 1-12, 1998.
- DAUR, I.; BAKHASHWAIN, A. A. EFFECT OF HUMIC ACID ON GROWTH AND QUALITY OF MAIZE FODDER PRODUCTION. **Pak. J. Bot.**, v. 45, p. 21-25, 2013.

DIETZEN, D. J. 13 - Amino Acids, Peptides, and Proteins. In: RIFAI, N.; HORVATH, A. R., *et al* (Ed.). **Principles and Applications of Molecular Diagnostics**: Elsevier, 2018. p.345-380. ISBN 978-0-12-816061-9.

DINKELOO, K.; BOYD, S.; PILOT, G. Update on amino acid transporter functions and on possible amino acid sensing mechanisms in plants. **Seminars in Cell & Developmental Biology**, v. 74, p. 105-113, 2018.

DOURADO NETO, D.; DARIO, G. J. A.; BARBIERI, A. P. P.; MARTIN, T. N. BIOSTIMULANT ACTION ON AGRONOMIC EFFICIENCY OF CORN AND COMMON BEANS. **Biosci. J.**, v. 30, n. 1, p. 371-379, 2014.

DOURADO NETO, D.; DARIO, G. J. A.; VIEIRA JÚNIOR, P. A.; MANFRON, P. A.; MARTINS, T. N.; BONNECARRÉRE, R. A. G.; CRESPO, P. E. N. Aplicação e influência do fitorregulador no crescimento das plantas de milho. **Revista da FZVA**, v. 11, n. 1, p. 1-9, 2004.

FAO, F. A. A. O. **FAOSTAT, FAO Statistical Databases**. 2017.

FERREIRA, D. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Symposium**, v. 6, p. 36- 41, 2008.

FERREIRA, L. A.; OLIVEIRA, J. A.; VON PINHO, E. V. R.; QUEIROZ, D. L. Bioestimulante e fertilizante associados ao tratamento de sementes de milho. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 29, n. 2, p. 80-89, 2007.

GARCÍA-LARA, S.; SERNA-SALDIVAR, S. O. Chapter 1 - Corn History and Culture. In: SERNA-SALDIVAR, S. O. (Ed.). **Corn (Third Edition)**. Oxford: AACC International Press, 2019. p.1-18. ISBN 978-0-12-811971-6.

GUO, X. X.; LIU, H. T.; WU, S. B. Humic substances developed during organic waste composting: Formation mechanisms, structural properties, and agronomic functions. **Sci Total Environ**, v. 662, p. 501-510, 2019.

HALPERN, M.; BAR-TAL, A.; OFEK, M.; MINZ, D.; MULLER, T.; YERMIYAHU, U. Chapter Two - The Use of Biostimulants for Enhancing Nutrient Uptake. In: SPARKS, D. L. (Ed.). **Advances in Agronomy**: Academic Press, v.130, 2015. p.141-174. ISBN 0065-2113.

HILDEBRANDT, T. M.; NUNES NESI, A.; ARAUJO, W. L.; BRAUN, H. P. Amino Acid Catabolism in Plants. **Mol Plant**, v. 8, n. 11, p. 1563-79, 2015.

JARDIN, P. Plant biostimulants: Definition, concept, main categories and regulation. **Scientia Horticulturae**, v. 196, p. 3-14, 2015.

KARNOK, K. J. Promises, promises: Can biostimulants deliver? **Golf Course Management**, v. 68, p. 67-71, 2000.

MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F. O. M. Fisiologia da Produção de Milho. **Circular Técnica- Embrapa**, p. 1-10, 2006.

MARTINS, D. C.; BORGES, I. D.; CRUZ, J. C.; MARTINS NETTO, D. A. Produtividade de Duas Cultivares de Milho Submetidas ao Tratamento de Sementes com Bioestimulantes Fertilizantes Líquidos e Azospirillum sp. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 15, n. 2, p. 217-228, 2016.

MORRISON, L. A. Cereals: Domestication of the Cereal Grains. p. 86-98, 2016.

MUIMBA-KANKOLONGO, A. Chapter 8 - Cereal Production. In: MUIMBA-KANKOLONGO, A. (Ed.). **Food Crop Production by Smallholder Farmers in Southern Africa**: Academic Press, 2018. p.73-121. ISBN 978-0-12-814383-4.

PALECKIENE, R.; SVIKLAS, A.; ŠLINKŠIENE, R. Physicochemical properties of a microelement fertilizer with amino acids. **Russian Journal of Applied Chemistry**, v. 80, n. 3, p. 352-357, 2007.

POPKO, M.; MICHALAK, I.; WILK, R.; GRAMZA, M.; CHOJNACKA, K.; GORECKI, H. Effect of the New Plant Growth Biostimulants Based on Amino Acids on Yield and Grain Quality of Winter Wheat. **Molecules**, v. 23, n. 2, 2018.

RODRIGUES, L. A.; ALVES, C. Z.; REGO, C. H. Q.; SILVA, T. R. B. D.; SILVA, J. B. D. HUMIC ACID ON GERMINATION AND VIGOR OF CORN SEEDS¹. **Revista Caatinga**, v. 30, p. 149-154, 2017.

ROSE, M. T.; PATTI, A. F.; LITTLE, K. R.; BROWN, A. L.; JACKSON, W. R.; CAVAGNARO, T. R. Chapter Two - A Meta-Analysis and Review of Plant-Growth Response to Humic Substances: Practical Implications for Agriculture. In: SPARKS, D. L. (Ed.). **Advances in Agronomy**: Academic Press, v.124, 2014. p.37-89. ISBN 0065-2113.

SANTOS, V. M.; MELO, A. V.; CARDOSO, D. P.; GONÇALVES, A. H.; VARANDA, M. A. F.; TAUBINGER, M. USO DE BIOESTIMULANTES NO CRESCIMENTO DE PLANTAS DE Zea mays L. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 12, n. 3, p. 307-318, 2013.

TEJADA, M.; RODRÍGUEZ-MORGADO, B.; PANEQUE, P.; PARRADO, J. Effects of foliar fertilization of a biostimulant obtained from chicken feathers on maize yield. **European Journal of Agronomy**, v. 96, p. 54-59, 2018.

YAKHIN, O. I.; LUBYANOV, A. A.; YAKHIN, I. A.; BROWN, P. H. Biostimulants in Plant Science: A Global Perspective. **Front Plant Sci**, v. 7, p. 2049, 2016.

ZANIN, L.; TOMASI, N.; ZAMBONI, A.; SEGA, D.; VARANINI, Z.; PINTON, R. Water-extractable humic substances speed up transcriptional response of maize roots to nitrate. **Environmental and Experimental Botany**, v. 147, p. 167-178, 2018.